

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

13462213

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 8338962 A2 961224 <No. of Patents: 001>

BEAM HOMOGENIZER AND LASER PROCESSING DEVICE (English)

Patent Assignee: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Author (Inventor): OBARA TAKASHI

IPC: \*G02B-027/09; B23K-026/06

Derwent WPI Acc No: \*C 97-104852; C 97-104852

Language of Document: Japanese

Patent Family:

| Patent No  | Kind | Date   | Applie No   | Kind | Date           |
|------------|------|--------|-------------|------|----------------|
| JP 8338962 | A2   | 961224 | JP 95145757 | A    | 950613 (BASIC) |

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 95145757 A 950613

## BEAM HOMOGENIZER AND LASER PROCESSING DEVICE

PUB. NO.: 08-338962 [JP 8338962 A]

PUBLISHED: December 24, 1996 (19961224)

INVENTOR(s): OBARA TAKASHI

APPLICANT(s): TOSHIBA CORP [000307] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 07-145757 [JP 95145757]

FILED: June 13, 1995 (19950613)

INTL CLASS: [6] G02B-027/09; B23K-026/06

JAP10 CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS — Optical Equipment); 12.5  
(METALS — Working)

JAP10 KEYWORD: R002 (LASERS); R011 (LIQUID CRYSTALS)

### ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a beam homogenizer which is capable of easily changing the aspect ratio of a laser spot by providing the homogenizer with paired mirrors which have reflection surfaces facing each other, receive a condensed luminous flux at one end and emit the luminous flux from the other end.

CONSTITUTION: The laser beam emitted from a laser oscillator is made incident on condenser lens 1, 2 and is condensed toward one end of the paired mirrors 3, 4. The incident beams on the paired mirrors 3, 4 progress while the reflection by the reflection surface disposed to face each other is repeated many times. The reflected beams are emitted from the other ends of the paired mirrors 3, 4. The emitted beams are imaged by imaging means 5, 6 onto a work, by which a laser spot made uniform in the light intensity distribution is formed. The profile of the laser spot is deformed by changing the distance between the reflection surfaces constituting the paired mirrors 3, 4. Since the paired mirrors 3, 4 are provided with mirror driving systems 7, 8 for adjusting the distance between the reflection surfaces, the spacing between the reflection surfaces is changed by using these systems.

特開平8-338962

(43)公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int. Cl.

G02B 27/09

B23K 26/06

識別記号

F I

G02B 27/00

E

B23K 26/06

E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全5頁)

(21)出願番号

特願平7-145757

(22)出願日

平成7年(1995)6月13日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小原 隆

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

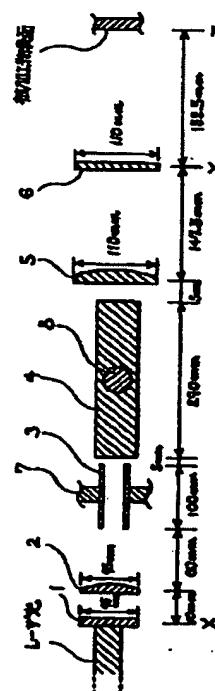
(74)代理人 弁理士 則近 審佑

(54)【発明の名称】ビームホモジナイザ及びレーザ加工装置

## (57)【要約】

【目的】 カライドスコープのように筒状の構造を持つことがなく、任意の縦横比の方形レーザスポットを形成できるビームホモジナイザを提供すること。

【構成】 本発明のビームホモジナイザは、反射面を対向させて設けられる第一のミラー対3及び第二のミラー対4に対しそれぞれ第一の駆動系7、第二の駆動系8を設け、それぞれのミラー対に対応させたシリンドリカルレンズからなる集光手段たるレンズ1、レンズ2及び結像手段たるレンズ5、レンズ6を一光軸上に配置している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ発振器から出射されるレーザ光を受光し集光させる集光手段と、反射面を互いに対向させてなり、一端において前記集光手段により集光された光束を受光し、他端からこの光束を出射するミラー対と、前記ミラー対から出射した光束を受光し、この光束を集光する結像手段と、前記ミラー対の前記反射面の間の距離を調整するミラー駆動系と、を具備することを特徴とするビームホモジナイザ。

【請求項2】請求項1記載のビームホモジナイザが同一光路上に複数個組み合わされてなることを特徴とする複合型ビームホモジナイザ。

【請求項3】レーザ発振器から出射されるレーザ光を受光し第一の方向に集光させる第一の集光手段と、前記レーザ光を受光し前記第一の方向に垂直な方向である第二の方向に集光させる第二の集光手段と、前記第一の集光手段によって集光された前記レーザ光を受光する反射面を互いに対向させてなる第一のミラー対と、前記第二の集光手段によって集光された前記レーザ光を受光する反射面を互いに対向させてなる第二のミラー対と、前記第一のミラー対から出射された光を受光し、結像させる第一の結像手段と、前記第二のミラー対から出射された光を受光し、結像させる第二の結像手段と、を同一光路上に備え、前記第一のミラー対及び前記第二のミラー対の前記反射面の間の距離を調整するミラー駆動系、を具備することを特徴とするビームホモジナイザ。

【請求項4】請求項1、2または3記載のビームホモジナイザを備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光束の進行方向に垂直な断面内における光強度分布を均一にするホモジナイザ、及びそれを備えたレーザ加工装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】レーザ加工装置は従来の加工機に比して自動化に適しておりメンテナンス性も良いことから、切断・計測・熱処理・印刷などの様々な用途に応用されて用いられている。これらレーザ加工装置では、そこで用いられているレーザ発振器から出射されるレーザ光が被加工物に照射されるとき、照射された部位における光強度分布は必ずしも均一でない。したがって、例えば非晶質シリコンのアニール処理等にレーザ光を用いようとする場合には、このレーザ光が被加工物上に形成するレーザスポット内の光強度分布を均一にする手段を講じる必要がある。この均一化の手段として、内面が一様な反射

膜等で形成された反射部材で構成されている中空の角柱状の光学部品であるカーライドスコープに入射レンズや結像レンズを組み合わせてなるビームホモジナイザを用いる事がある。

【0003】従来用いられていたビームホモジナイザの構成を図を用いて説明する。図2に示すビームホモジナイザは入射レンズ10とカーライドスコープ11と結像レンズ12とから構成されている。レーザ発振器から出射したレーザ光を入射レンズに入射させる。入射レンズによって集光された光束をカーライドスコープの一端に入射させる。入射された光束はカーライドスコープ内で幾度も反射を繰り返しながら進行して他端から出射される。このとき出射される光束の光強度分布は均一化されている。この光束を結像レンズによって任意の倍率で被加工物上に結像させることによって被加工物上に形成されるレーザスポット内の光強度分布が均一となり品質の良い加工を行うことができる。被加工物上に結像されるレーザスポットの形状は、用いるカーライドスコープの光束が射出される開口の形状によって決定される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成の従来のビームホモジナイザでは、以下に述べるような問題点が発生してくる。カーライドスコープは筒状の光学部品であり、この筒の内部には一様な反射膜が形成されている。カーライドスコープに入射する光はこの反射膜によって幾度かの反射を繰り返しつつ進行することによって光強度の均一化が成されるのであるから、この反射膜の品質がカーライドスコープの品質に大きく影響を及ぼす。しかし、何らかの部材によって筒を形成し、その後この筒内部に一様な反射膜を形成するということは現在一般に用いられる技術水準では非常に困難なことである。

【0005】また、カーライドスコープを通過した光束の形状や大きさはカーライドスコープに設けられた開口の形状や大きさによって決定される。一般に工場で生産される工業製品のうち類似の製品は同じ製造ラインの上で生産されている。このような多品種製造ライン上においては、それぞれの品種に適した加工条件に加工装置を調整する必要がある。これはレーザ加工装置においても同様であり、レーザ加工装置によって被加工物上に形成されるレーザスポットの形状や大きさをそれぞれの製品について最適化したい場合がある。しかし、これまでのカーライドスコープを用いたビームホモジナイザではレーザスポットの形状や大きさを変更する際に、その形状に対応したカーライドスコープに交換する必要があるため複数の異なる仕様のカーライドスコープが必要となるという事があり、新規に製造ラインに組み込まれた製品に対して、これに対応したカーライドスコープを用意しなければならないという問題があった。

【0006】本発明は上記のような技術的課題を解決す

るために、カライドスコープのように固定された筒状の構造を持つことがなく、矩形レーザスポットの縦横比の設定が容易なビームホモジナイザ及びこのビームホモジナイザを備えたレーザ加工装置を提供することを目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】第一の発明は、レーザ発振器から出射されるレーザ光を受光し集光させる集光手段と、反射面を互いに対向させてなり、一端において前記集光手段により集光された光束を受光し、他端からこの光束を出射するミラー対と、前記ミラー対から出射した光束を受光し、この光束を集光する結像手段と、前記ミラー対の前記反射面の間の距離を調整するミラー駆動系と、を具備することを特徴とするビームホモジナイザである。

【0008】第二の発明は、上記ビームホモジナイザが同一光路上に複数個組み合わされてなることを特徴とする複合型ビームホモジナイザである。第三の発明は、レーザ発振器から出射されるレーザ光を受光し第一の方向に集光させる第一の集光手段と、前記レーザ光を受光し前記第一の方向に垂直な方向である第二の方向に集光させる第二の集光手段と、前記第一の集光手段によって集光された前記レーザ光を受光する反射面を互いに対向させてなる第一のミラー対と、前記第二の集光手段によって集光された前記レーザ光を受光する反射面を互いに対向させてなる第二のミラー対と、前記第一のミラー対から出射された光を受光し、結像させる第一の結像手段と、前記第二のミラー対から出射された光を受光し、結像させる第二の結像手段と、を同一光路上に備え、前記第一のミラー対及び前記第二のミラー対の前記反射面の間の距離を調整するミラー駆動系、を具備することを特徴とするビームホモジナイザである。第四の発明は、上記したいずれかのビームホモジナイザを備えたことを特徴とするレーザ加工装置である。

## 【0009】

【作用】本発明のビームホモジナイザは上記のような構成により以下の作用を奏する。第一の発明はレーザ発振器から出射されたレーザ光が集光手段に入射し、ミラー対の一端に向けて集光される。ミラー対に入射した光は対向して設けられる反射面によって幾度も反射を繰り返しながら進行し、ミラー対の他端から出射する。この出射光を結像手段によって被加工物上に結像することにより光強度分布が均一化されたレーザスポットを形成する事ができる。レーザスポットのプロファイルはミラー対を成す反射面間の距離を変化させる事により変形させることができ。ミラー対には反射面間の距離を調整するためのミラー駆動系が設けられているから、これを用いてミラー対の反射面の間隔を変化させる。

【0010】第二の発明は、上記したビームホモジナイザを一光軸上に複数設け、これらに対してレーザ光を入

射させる。入射した光はミラー対の対向方向にのみ均一化される。また、出射する光はミラー対の配置によって決まる形状に整形される。したがって本発明によって結像されるレーザスポットは、単一のミラー対を用いた場合に比してレーザスポット内全域にわたり強度分布が均一化されている。ミラー対の各々にはミラー駆動系が設けられているからレーザスポットの形状や大きさを変形させることができる。

【0011】第三の発明は、外部光源から出射される光が第一の集光手段及び第二の集光手段によりそれぞれに対応する第一のミラー対及び第二のミラー対の受光部分に対して集光される。ミラー対の一端から入射した光がミラー対内部で反射を繰り返され、強度分布を均一にされてミラー対の他端から出射する。この出射された光を第一の結像手段及び第二の結像手段により被加工物上に結像する。第一のミラー対及び第二のミラー対に設けられるミラー駆動系によって上記ミラー対の反射面間の距離を変化させる。

【0012】第四の発明は、上記したようにビームホモジナイザから出射される強度分布が均一化されたレーザ光を被加工物上に照射する事により被加工物に対して加工を行う。

## 【0013】

【実施例】本発明のビームホモジナイザは入射する光に対し、ミラー対の対向方向にのみこの光を均一化する。第一の発明はミラー対を一組設けてなり、第二の発明はミラー対を複数設けてなる。一般にアレイレンズなどでラインビームを生成した場合、このラインビームの長さ方向の光強度分布は均一である。しかしこのラインビームの幅方向の光強度分布は均一でない。このように一方の強度分布のみ均一化されればよい場合には第一の発明を用いる。一方、結像させるレーザスポットの形状を多角形にして加工を行う場合がある。このような場合にはミラー対の配置によってビームのプロファイルを決め、同時にこのビームの断面内の均一化を行う。このとき第二の発明を用いる。本実施例においては矩形のレーザスポットを得るビームホモジナイザについて記す。

【0014】本発明を実施するための装置の構成例を図を用いて説明する。図1に第三の発明のビームホモジナイザの模式構成図を示す。図1のビームホモジナイザは図示せぬエキシマレーザ装置から出射した20m<sup>2</sup> × 10mmの矩形レーザ光を入射させる仕様として作成した。図1中の点Xから点Yまでがビームホモジナイザを成しており、点Yから点Zまでがビームホモジナイザと被加工物との距離を表している。図1のビームホモジナイザでは、点Xの位置には第一の集光手段たる口径4.5mmのシリンドリカルレンズ1(以下、レンズ1)が、点Xから10mmの位置には第二の集光手段たる口径4.5mmのシリンドリカルレンズ2(以下、レンズ2)が、レンズ2から60mmの位置には100mmの

長さの第一のミラー対3が、第一のミラー対3から5mの位置には290mmの長さの第二のミラー対4が、第二のミラー対4から5mmの位置には第二の結像手段たる口径110mmのシリンドリカルレンズ5(以下、レンズ5)が、レンズ5から147.5mmの位置には第一の集光手段たる口径110mmのシリンドリカルレンズ6(以下、レンズ6)が、それぞれ一直線上に設けられており、レンズ6から被加工物までの距離は152.5mmに固定されている。レンズ1及びレンズ2の焦点距離はそれぞれ70mm, 165mmであり、レンズ5及びレンズ6は被加工物に対して結像倍率が約1.0倍となる位置に設けている。レンズ6については20mm程度の大きさでも十分に集光系として機能するが、レンズ5とのバランスを考えて同じ大きさの110mmとしている。第一のミラー対及び第二のミラー対にはそれぞれ第一の駆動系7及び第二の駆動系8が設けられており、それぞれ図示せぬ駆動系制御装置により制御される。本実施例の装置ではそれぞれ2.0~5.0mmの範囲でミラー対の反射面間距離を変化させた。ミラー駆動系は正確な位置決め精度を得る目的から、ウォームギアからなる駆動系を用いた。結像手段は結像倍率が等倍になるように設けてあることから、ミラー対の反射面間の距離と同じ大きさのレーザスポットが得ることができた。

【0015】第三の発明のビームホモジナイザを組み込んだレーザ加工装置を用いて液晶表示素子の非晶質シリコンのアニールを行った。面状の被加工物に対してアニールを行う場合には、レーザスポットを照射したときのムラができる限り少ない方が好ましい。そのため長方形のレーザスポットを用いて、この長方形の短辺方向にレーザスポットを走査させることによりアニールを行う方法がある。前述したように一つのライン上で複数種類の製品を製造しなければならないために、異なる種類の部品毎に長方形レーザスポットのサイズを変更するということがある。しかし本発明ではビームホモジナイザの全長を変化することなくビームサイズのみを変化させることができある事や、その際の集光手段や結像手段の

交換が不要であることなどもあり、本発明のビームホモジナイザを組み込んだレーザ加工装置を用いることにより装置の調整時間が大きく短縮された。また加工の品質も、カライドスコープを用いたときと比べて遜色のないものとなった。

【0016】本実施例ではレンズのサイズや配置する位置などを明記しているが、これら数値に限定される物ではない。第一のミラー対3及び第二のミラー対4をなす反射面がそれぞれ平行に設けられているが、角度をつけて設けてもよい。円状のレーザスポットを生成する場合には凹面ミラーからなるミラー対を用いてもよい。また本実施例のレーザ加工装置ではレーザアニールについて記しているが、溶接や切断などレーザ加工全般にわたる他の用途でも利用することができる。

【0017】

【発明の効果】本発明のビームホモジナイザ及びレーザ加工装置は、カライドスコープのように筒状の構造を持つことがなく、矩形レーザスポットの変形やサイズ変更が容易になる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のビームホモジナイザの実施例を示す模式構成図。

【図2】 従来のビームホモジナイザを示す模式図。

【符号の説明】

1…シリンドリカルレンズ(第一の集光手段)

2…シリンドリカルレンズ(第二の集光手段)

3…第一のミラー対

4…第二のミラー対

5…シリンドリカルレンズ(第一の結像手段)

30 6…シリンドリカルレンズ(第二の結像手段)

7…第一の駆動系

8…第二の駆動系

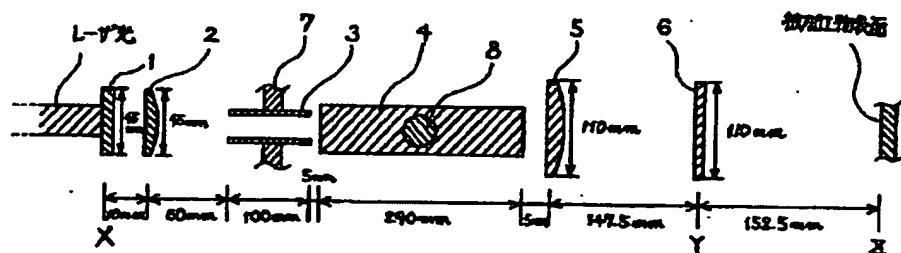
9…駆動系制御装置

10…入射レンズ

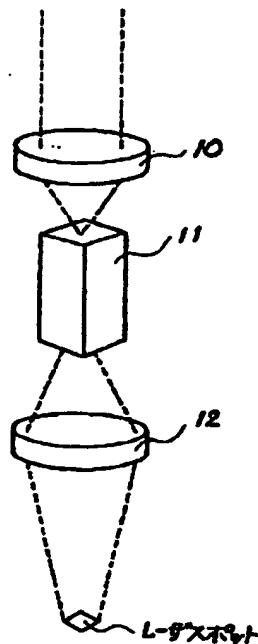
11…カライドスコープ

12…結像レンズ

【図1】



【図2】



[English Translation] JP8-338962

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Laid-Open Disclosure Public Patent Bulletin

(11) Patent Application Laid-open Number: Hei 8-338962

(43) Publication Date: December 24, 1996

(51) Int.CI.<sup>6</sup>

G02B 27/09

B23K 26/06

Domestic Classification Symbol: FI

G02B 27/00 E

B23K 26/06 E

Request for Examination: Not Made

Number of Claim: 4 OL (5 Pages in Total)

(21) Application Number: Hei 07-145757

(22) Application Date: June 13, 1995

(71) Applicant: 000003078

TOSHIBA CORPORATION

72-ban-chi, Horikawa-cyo, Saiwai-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa-ken

(72) Inventor: Takashi OBARA

33-ban-chi, Shin-Isogo-cyo, Isogo-ku, Yokohama-shi, Kanagawa-ken

c/o Toshiba Process Technology R & D Laboratory Co., Ltd.

(74) Agent: Patent Attorney, Kensuke NORICHIIKA

(54) [Title of the Invention]

BEAM HOMOGENIZER AND LASER PROCESSING DEVICE

(57) [Abstract]

[Purpose]

The purpose of the present invention is to provide a beam homogenizer that is enable to form a rectangular laser spot having an arbitral aspect ratio without comprising a rolled structure unlike a kaleidoscope.

[Constitution]

A beam homogenizer of the present invention comprising: a first driving system 7 and a second driving system 8 corresponding to a first mirror pair 3 and a second mirror pair 4 whose reflective surfaces are faced each other, wherein lenses 1 and 2 as light condensing means and lenses 5 and 6 as image-formation means that are composed of cylindrical lenses corresponding to the respective mirror pairs are aligned on an optical axis.

[Scope of Claim]

[Claim 1] A beam homogenizer comprising: a light condensing means receiving and condensing a laser beam emitted from a laser oscillator; a mirror pair whose reflective surfaces are faced each other, receiving a light flux converged by the light condensing means at one end and irradiating the light flux from an another end; an image-formation means receiving and converging the light flux emitted from the mirror pair; and a mirror driving system adjusting the distance between the reflective surfaces of the mirror pair.

[Claim 2] A hybrid beam homogenizer, wherein a plurality of beam homogenizers according to claim 1 is incorporated on the same optical path.

[Claim 3] A beam homogenizer comprising: a first light condensing means receiving a laser beam emitted from a laser oscillator and converging the laser beam in a first direction; a second light condensing means receiving the laser beam and converging in a second direction perpendicular to the first direction; a first mirror pair whose reflective surfaces that receive the laser beam converged by the first light condensing means are faced each other; a second mirror pair whose reflective surfaces receiving the laser beam condensed by the second light condensing means are faced each other; a first image-formation means receiving light emitted from the first mirror pair and focusing an image; a second image-formation means receiving light emitted from the second mirror pair and focusing an image; and a mirror driving system adjusting the distance between the reflective surfaces of the first and second mirror pairs, wherein the first and second light condensing means, the first and second mirror pairs, and first and second image-formation means are aligned on the same optical path.

**[Claim 4]** A laser processing device provided with the beam homogenizer according to any one of claim 1 through claim 3.

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

**[Field of the Industrial Application]**

The present invention relates to a beam homogenizer that makes an optical intensity distribution in the cross-section perpendicular to the traveling direction of a light flux uniform, and a laser processing device equipped with it.

**[0002]**

**[Prior Art]**

A laser processing device is suitable for automation and easy to be maintained as compared with the conventional processing machine, therefore it is applied and used to various uses such as cutting, measuring, thermal processing and printing. Concerning the laser processing device, when a workpiece is irradiated with a laser beam emitted from a laser oscillator, the optical intensity distribution in the irradiated portion is not always uniform. Accordingly, in the case where crystalline silicon etc. is annealed by a laser beam, for example, it is necessary to implement the measures to make the optical intensity distribution in the laser spot which is formed on the workpiece by irradiating the laser beam uniform. As a means for uniformizing the optical intensity distribution, there is a case where a beam homogenizer composed by combining an incident lens or an image-formation lens with a kaleidoscope that is a hollow and prismatic optical component which is composed of reflective members made from a reflective film and the like having a uniform interior surface.

**[0003]**

The configuration of a conventional beam homogenizer will be described with reference to the drawings. A beam homogenizer as shown in Fig. 2 consists of an incident lens 10, a kaleidoscope 11, and an image-formation lens 12. A laser beam

emitted from a laser oscillator is radiated to the incident lens. A light flux in which light is converged by the incident lens is radiated to the one end of the kaleidoscope. The incident light flux travels repeatedly reflecting many times within the kaleidoscope and is emitted from the opposite end. The optical intensity distribution of the emitted light flux at this time is uniformized. By imaging the light flux on the workpiece at the arbitral magnification by means of an image-formation lens, the optical intensity distribution in the laser spot that is formed on the workpiece is equalized, and therefore it is possible to conduct a high-quality processing. The shape of the laser spot that is imaged on the workpiece is determined depending on the shape of aperture from which the light flux of the kaleidoscope is irradiated.

[0004]

**[Problem to be Solved by the Invention]**

However, problems described below are caused by using the conventional beam homogenizer comprising above-described configuration. A kaleidoscope is a tubed optical component and a uniform reflective film is formed in the interior of the tubed optical component. Since the incident light emitted in the kaleidoscope travels while being repeatedly reflected by the reflective film, the optical intensity is equalized. Therefore, the quality of the reflective film greatly affects to the quality of the kaleidoscope. However, it is very difficult to form a tube by some kind of components and subsequently to form a uniform reflective film in the interior of the tube by means of the commonly used technical level now.

[0005]

Moreover, the form and size of the light flux passing through the kaleidoscope are determined by the form and size of the aperture provided in the kaleidoscope. The similar products among the industrial products manufactured in a factory are generally manufactured in the same assembly line. In such a multiproduct manufacturing line, it is necessary to adjust the processing device to the processing conditions that are appropriate to the respective kinds of products. Much the same

is true on a laser processing device, and there is a case where the form and size of laser spots formed on a workpiece by using the laser processing device are optimized depending on the respective processing conditions of products. Concerning a conventional beam homogenizer using a kaleidoscope, however, when the form or size of a laser spot is changed, various versions of kaleidoscopes are required since it is necessary to change the kaleidoscopes corresponding to the respective forms of the laser spots. Therefore, there is a problem in which a new kaleidoscope corresponding to a product that is newly manufactured in the assembly line must be prepared.

[0006]

In order to solve the above-mentioned technical problems, the object of the present invention is to provide a beam homogenizer in which the aspect ratio of a rectangular laser spot is easily set without comprising a fixed and rolled structure unlike the kaleidoscope, and a laser processing device equipped with the beam homogenizer.

[0007]

**[Means for Solving the Problem]**

The first aspect of the present invention is a beam homogenizer characterized by comprising a light condensing means that receives a laser beam emitted from a laser oscillator and converges the laser beam, a mirror pair whose reflective surfaces are facing each other and that receives a light flux converged by the light condensing means at one end and emits the light flux from another end, an image-formation means that receives the light flux emitted from the mirror pair and converges the light flux, and a mirror driving system that controls the distance between the reflection surfaces of the mirror pair.

[0008]

The second aspect of the present invention is a hybrid beam homogenizer  
English Translation of JP8-338962

characterized in that a plurality of above-described beam homogenizers is incorporated on the same optical path. The third aspect of the present invention is a beam homogenizer characterized by comprising a first light condensing means that receives a laser beam emitted from a laser oscillator and converges the laser beam in the first direction, a second light condensing means that receives the laser beam and converges in the second direction perpendicular to the first direction, a first mirror pair whose reflective surfaces receiving the laser beam converged by the first light condensing means are faced each other, a second mirror pair whose reflective surfaces receiving the laser beam converged by the second light condensing means are faced each other, a first image-formation means that receives light emitted from the first mirror pair and focuses an image, a second image-formation means that receives light emitted from the second mirror pair and focuses an image, and a mirror driving system that controls the distance between the reflective surfaces of the first and second mirror pairs, wherein the first and second light condensing means, the first and second mirror pairs and the first and second image-formation means are aligned on the same optical path. The fourth aspect of the present invention is a laser processing device characterized by comprising any one of the aforementioned beam homogenizers.

[0009]

[Function]

The beam homogenizer comprising aforementioned structures provides functions as follows. According to the first aspect of the present invention, a laser beam oscillated from a laser oscillator is emitted in a light condensing means and converged toward one end of a mirror pair. The incident light emitted in the mirror pair travels along with many repetition of reflection caused by reflective surfaces that are faced each other, and emits from another end of the mirror pair. The incident light is imaged on a workpiece by an image-formation means, therefore a laser spot having uniform optical intensity distribution can be formed. The profile of the laser spot can be transformed by changing the distance between the reflective surfaces that

constitute the mirror pair. Since a mirror driving system for adjusting the distance between the reflective surfaces is provided in the mirror pair, the distance between the reflective surfaces of the mirror pair can be changed by the mirror driving system.

[0010]

According to the second aspect of the present invention, a plurality of beam homogenizers is aligned on an optical axis and a laser beam is irradiated thereto. The incident light is uniformized only in the direction opposite to mirror pairs. Further, the incident light is formed in the shape according to the position of the mirror pairs. Therefore, as compared with the case of using a single mirror pair, the laser spot imaged according to the second aspect of the invention has a uniform optical intensity distribution in the entire of the laser spot. Since mirror driving systems are provided in the respective mirror pairs, it is possible to transform the form or size of the laser spot.

[0011]

According to the third aspect of the present invention, light emitted from an external light source is converged with respect to light receiving portions of first and second mirror pairs respectively by first and second light condensing means. The reflection of the incident light input from one end of the mirror pair is repeated to travel in the inside of the mirror pair, and the optical intensity distribution of the incident light is equalized to emit light from another end of the mirror pair. The outgoing light is imaged on the workpiece by the first and the second image-formation means. The distance between the reflection surfaces of the first and second mirror pairs is changed by mirror driving systems that are provided on these mirror pairs.

[0012]

According to the fourth aspect of the present invention, a laser beam having a uniform optical intensity distribution emitted from a beam homogenizer as set forth above is irradiated on a workpiece to process the workpiece.

[0013]

[Embodiment]

According to a beam homogenizer of the present invention, incident light is equalized only in the direction opposite to a mirror pair. A mirror pair is provided in the first aspect of the present invention, whereas a plurality of mirror pairs is provided in the second aspect of the present invention. In the case where a linear beam is generated by an array lens and the like, the optical intensity distribution in the longitudinal direction of the linear beam is uniformized. However, the optical intensity distribution in the width direction of the linear beam is not uniformized. Accordingly, in the case where only a unidirectional intensity distribution may be equalized, the first aspect of the invention is used. Meanwhile, there is a case where processing is performed using a polygonal laser spot by which image formation is carried out. In such a case, profile of beam is determined depending on the position of the mirror pair, and at the same time, the cross section in the beam is equalized. In this case, the second aspect of the present invention is employed. A beam homogenizer providing a rectangular laser spot will be described in this embodiment.

[0014]

A constructional example of the device for implementing the present invention will be described with reference to a drawing. Fig. 1 shows a simple constructional diagram of a beam homogenizer of the third aspect of the invention. The beam homogenizer in Fig. 1 is formed as such a manner that a rectangular laser beam of 20mm x 10 mm emitted from an excimer laser not shown in the drawings is injected. In Fig. 1, the portion from a point X to a point Y indicates the beam homogenizer, whereas the portion from the point Y to a point Z signifies a distance between the beam homogenizer and the workpiece. In the beam homogenizer of Fig. 1, a cylindrical lens 1 having an aperture of 45 mm as a first light condensing means at the point X (hereinafter referred to as a lens 1), a cylindrical lens 2 having an aperture of 45 mm as a second light condensing means at the position of 10 mm from

the point X (hereinafter referred to as a lens 2), a first mirror pair 3 having a length of 100 mm at the position of 60 mm from the lens 2, a second mirror pair 4 having a length of 290 mm at the position of 5 mm from the first mirror pair 3, a cylindrical lens 5 having an aperture of 110 mm as a second image-formation means at the position of 5 mm from the second mirror pair 4 (hereinafter referred to as a lens 5), a cylindrical lens 6 having an aperture of 110 mm as a first light condensing means at the position of 147.5 mm from the lens 5 are formed in alignment, respectively. The distance from the lens 6 to the workpiece is set to 152.5 mm. The lenses 1 and 2 have a focal length of 70 mm and 165 mm, respectively, and the lenses 5 and 6 are disposed at the position where the image formation is carried out at 1.0-fold magnification with respect to the workpiece. Although the lens 6 adequately functions as a light condensing means with the size of about 200 mm, it is preferred that the lens 6 is set to 110 mm that is similar to the lens 5 in view of the balance between the lens 5 and lens 6. The first and second mirror pairs are provided with first and second driving system 7 and 8, respectively, and they are controlled by driving system controlling devices not illustrated in the drawings. The distance between the reflective surfaces of mirror pairs is changed in the range of from 2.0 to 5.0 mm by the driving system controlling devices of this embodiment. For the purpose of improving the accuracy of alignment, a driving system consisted of a worm gear pair is used. Since the image-formation means is provided so that the magnification of image formation becomes an equal magnification to the original size, a laser spot having the same size as the distance between the reflective surfaces of the mirror pairs can be obtained.

[0015]

An amorphous silicon of a liquid crystal displaying element is annealed by a laser processing device incorporated with the beam homogenizer according to the third aspect of the present invention. In the case where a planar workpiece is annealed, it is preferred that the laser spot is uniformly irradiated as much as possible. Therefore, there is an annealing method in which annealing is conducted

by scanning a rectangular laser spot in the direction of the minor side of the rectangular laser spot. In the case where various kinds of products must be manufactured on a single production line as mentioned above, the size of the rectangular laser spot must be changed depending on the type of components. According to the present invention, however, it is possible to only change the beam size without changing the entire length of the beam homogenizer and without replacing the light condensing means and the image-formation means at this moment. As a result, by using the laser processing device incorporated with the beam homogenizer of the present invention, time for adjusting the device can be extremely reduced. Moreover, the processed workpiece having an excellent quality that is equivalent to the one processed by a conventional beam homogenizer can be obtained.

[0016]

Although the sizes or arrangement positions of lenses are specified in this embodiment, the present invention is not limited to these numerical values. Further, although the reflective surfaces constituting the first mirror pair 3 and the second mirror pair 4 are provided in parallel respectively, they may be provided at angles with each other. In case of generating a circular laser spot, a mirror pair composed of concave mirrors may be used. Furthermore, although the laser annealing process carried out by the laser processing device of the present invention is only described in this embodiment, the laser processing device can be utilized for other applications such as welding and cutting.

[0017]

**[Effect of the Invention]**

A beam homogenizer and a laser processing device of the present invention do not comprise a rolled structure unlike the kaleidoscope, therefore deformation or size change of a rectangular laser spot can be easily carried out.

**[Brief Description of the Drawings]**

[Fig. 1] Fig. 1 is a schematic structural view showing a embodiment of a beam homogenizer of the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a schematic view showing a conventional beam homogenizer.

[Description of Reference Symbols]

- 1: cylindrical lens (first light condensing means)
- 2: cylindrical lens (second light condensing means)
- 3: first mirror pair
- 4: second mirror pair
- 5: cylindrical lens (first image-formation means)
- 6: cylindrical lens (second image-formation means)
- 7: first driving system
- 8: second driving system
- 9: driving system controlling device
- 10: incident lens
- 11: kaleidoscope
- 12: image-formation lens